

14. 土壌細間隙中を流れる粘土フロックの流動特性

[要約] 粘土フロックの流動を毛細管で調べ、細間隙中でのフロック破壊とスリップの発生を確認することにより、粘土に吸着して移動する汚染物質の土中での動態把握が可能である。さらに、そのモデル化と定量化により粒子間の結合強度が算定できる。

農業工学研究所・地域資源部・資源循環研究室

区 分

研究

連絡先 029-838-7633, setooi@nkk.affrc.go.jp

分 類

普及

[背景・ねらい]

土中の汚染物質は粘土に吸着して移動することが多く、粘土の挙動は汚染物質の挙動に影響する。土中での汚染物質拡散の解析技術に資することを目的として、粘土の細間隙中での挙動を明らかにする。ただし、粘土は多数の粒子が集まりフロックをつくるので(図1)、フロックを細管中で流しその流動特性を明らかにする。さらに、得られた知見に基づき、フロックの強度や大きさの算定方法を提示する。

[成果の内容・特徴]

細間隙中での粘土フロック懸濁液流動の測定から、管壁でのスリップ（流動粒子が管壁に近づきにくいいため発生する低粘性の潤滑層による）と粘性力によるフロック破壊の発生とを明らかにした。さらに、この現象のモデル化から、フロックを構成する粒子間の結合強度を算定し妥当な値を得た。ただし、試料は最も大きなフロックをつくる粘土(Na-モンモリロナイト)を用い、管径を変化させた時の粘性変化を測定した。

1. フロック懸濁液の毛細管流動では、管壁面でのスリップとフロック破壊が同時に生じた。
2. NaCl 濃度が高い時(0.8mol/L)には、結合力が強くなり大きなフロックができるためスリップ効果が顕著となる。管径が小さくなるとともに見かけの粘度（流量から算定した粘度）が減少する効果が見られた(図2)。これから算定されたスリップ層の厚さ(図3)はフロック径の0.28倍となった。
3. NaCl 濃度が低い時(0.3mol/L)には、壊れやすいフロックができフロック破壊が顕著となる。管径増加とともに見かけの粘度が減少する効果が見られた(図4)。
4. 毛細管流動に中心部懸濁相と管壁部スリップ層からなる二相流動モデル(図5)を適用し、流体中でのフロック破壊の理論を用いると、粒子間の結合強度は 10^{-9} Nのオーダーと算定されNaCl濃度の増加とともに大きくなった(図6)。

[成果の活用面・留意点]

異なる管径の毛細管流動の比較から粒子間の結合強度が算定できる。

[具体的データ]

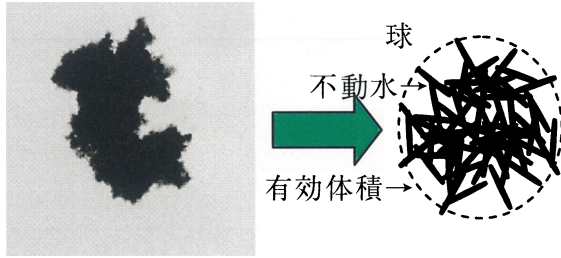


図1 粘土フロックとそのモデル化

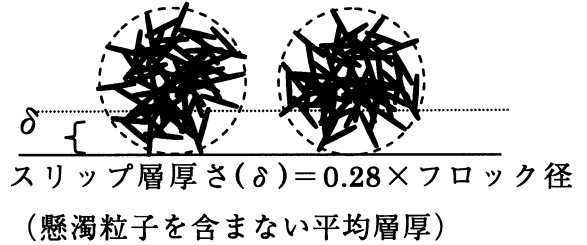


図3 スリップ層の厚さとフロック径

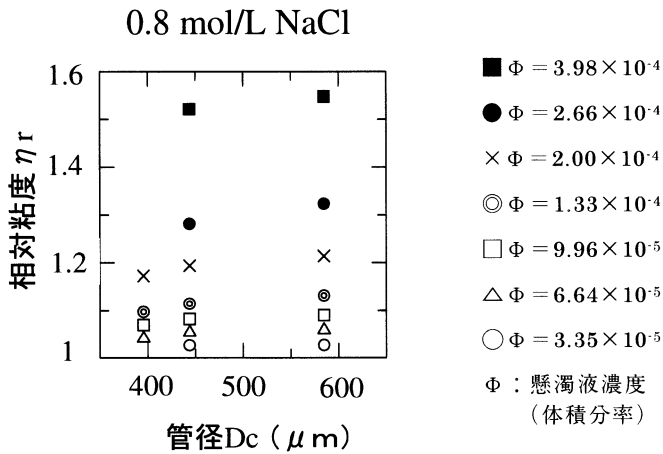


図2 管径と見かけの粘度 (スリップ効果)

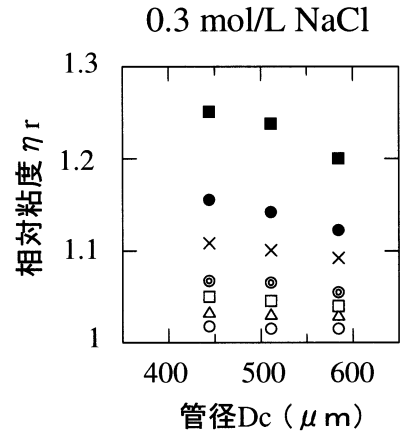


図4 管径と見かけの粘度 (フロック破壊効果)

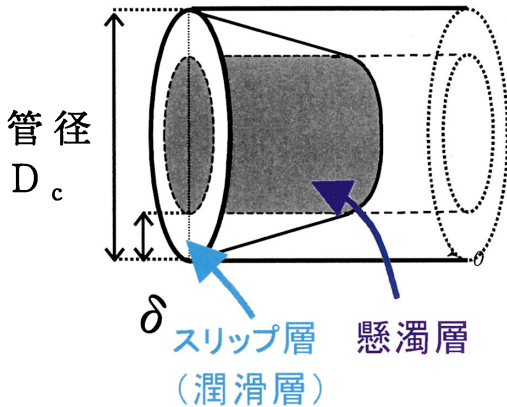


図5 スリップ流動のモデル (二相流動モデル)

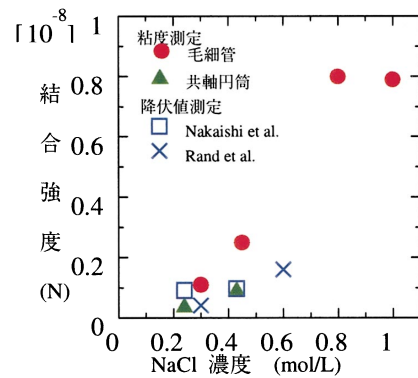


図6 粒子間の結合強度

[その他]

研究課題名：イオン移動監視のための電導度計測法の開発

中期計画大課題名：有機物循環利用のための処理技術及び自然エネルギー利用技術の開発

予算区分：交付金研究

研究期間：2002～2004年度

研究担当者：大井節男

- 発表論文等：1) 宮原和己・大井節男・中石克也・小林幹佳・足立泰久, 粘土フロック懸濁液の見かけの粘度に及ぼす毛細管粘度計の管径効果, 日本レオロジー学会誌, 32(5), pp.277-284, 2004.
- 2) 中石克也・栗原陽雄・大井節男, 希薄な粘土コロイド分散系の粘度に及ぼす粘土鉱物種の影響, 農業土木学会論文集, 72(1), pp.23-28, 2004.
- 3) K.Miyahara・S.Ooi・K.Nakaishi・Y.Adachi・M.Kobayashi: Evaluation of the Strength of Sodium Montmorillonite Floccs based on Apparent Viscosity and Yield Stress, Proceeding of XIVth International Congress on Rheology, SU63-1-3, 2004.8.